檬果炭疽病綜合管理與採收後溫水處理效果評估

楊宏仁[1]、安寶貞[2,8]、「莊再揚」[3]、呂理燊[4]、
楊秀珠[5]、林瑩達[6]、高清文[7]

[1]嘉義市 行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所
[2]台中縣 行政院農業委員會農業試驗所
[3]台北市 國立台灣大學植物病理系
[4]台中縣 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
[5]台中縣 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所
[6]高雄縣 行政院農業委員會農業試驗所鳳山園藝作物試驗分所
[7]台北市 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局
[8]通訊作者，台中縣霧峰鄉中正路189號，pjann@wufeng.tari.gov.tw

摘 要

具有潛伏感染現象的檬果炭疽病，不易在檬果幼果期以後出現病徵，需俟果實成熟後才會再活化產生病斑，造成防治困難是檬果生產最重要的病害之一，台灣近年已研究發展出一套綜合管理模式，利用品種耐抗病特性、早期套袋、地面覆蓋、拮抗微生物、葉面硼酸及鈣化物施用等措施，並配合適當的農用化學藥劑噴施，可生產出炭疽病罹病率 20 ％以下的檬果果實。採收後使用 53 °C溫水處理 5 分鐘七天後，具商品價值的台農一號芒果果實可較未處理者增加約 53-85 ％，有效降低或延緩田間炭疽病防治疏忽的發生；具精確控溫及快速回溫的溫水處理器開發後，使高溫短時間之溫水處理得以進行， 60 °C /20 秒溫水處理可以有效控制台農一號芒果炭疽病之發生，使處理速率可達到每小時 3-4 公噸，有助於芒果外銷之作業。

關鍵詞：芒果炭疽病、綜合管理、溫水處理、

前　言

近十年來台灣檬果生產面積一直維持在二萬公頃左右（農委會網站），若不將檳榔列入統計，則是台灣除了柑橘之外第二大的果樹產業，在產官學界努力下，優良檬果新品種不斷推陳出新，生產技術不斷改進，果實品質不僅在國內受到認同，也受到國外消費者的青睞，近年來成了台灣最有外銷潛力的果實之一，在 2002 年出口量已上升到約為 6000 公噸，約佔總產量的 3 % 左右，外銷值雖僅有約 8000 萬元新台幣，但相信經由各界之努力應能創造出可觀的成績（農委會網站）；而外銷暢順與否當然與芒果品質有關，除了品種特性與栽培技術所致，輸送到國外的芒果果實炭疽病受到有效的控制更是一個主要的原因，近十年來台灣芒果炭疽病防治獲得不錯的成果，主要歸功於 1992 年起農委會農糧處植保科高清文博士主導芒果炭疽病防治研究有關，當時由已故台灣大學植病系莊再揚教授邀集農業試驗所安寶貞博士、筆者及農業藥物毒物試驗所呂理燊博士及楊秀珠博士經多年研究及輔導農友，並創立供果園炭疽病監測制度，使得外銷供果園炭疽病罹病率可以降低至 20 % 以下[2]，至今大多數農友皆能生產出高品質的芒果果實，而且是近年來少數眞正實現綜合管理的實例之一，而筆者與林瑩達氏更著手於採收後溫水處理防治芒果炭疽病之研究[12]，以補田間管理之疏忽，並分別發展適當的溫水處理器作為溫水處理之用。本文即在介紹台灣芒果炭疽病田間管理及採收後溫水處理等對病害抑制之效果。

檬果炭疽病之重要性

檬果炭疽病原菌主要為 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. 及 *Colletotrichum acutatum* Simonds，以前者較為重要約佔分離所得菌株之 82 %，而後者約有 18 % 並且僅發現於土芒果及愛文芒果[5]。它除了危害芒果花穗、果實、葉片及幼嫩枝條，對芒果果實品質與產量更有嚴重的影響，作者於 2002 年針對嘉義農業試驗分所愛文芒果試驗田 600 顆果實之罹病調查，發現約有 95 %之愛文芒果出現炭疽病，而莊 & 安[9] 自 1993 至 1995 年於台南玉井鄉芒果園試驗發現，倘若未進行適當的防治，在採收後六天，愛文芒果罹炭疽病的比率在 70.8 % 至 100 %之間，且隨採收後時間增加，最後之罹病率皆達到百分之百，可見炭疽病之嚴重性。炭疽病菌除可感染幼嫩組織造成發病外，最嚴重的是當果實較大之後，炭疽病菌無法立即於果實上表現出病徵，需俟果實黃熟後，潛伏於果實表面上的芒

果炭疽病菌方再活化產生菌絲侵入果實內滋長而呈現出病斑，因此果實採收時外觀上無法判別罹病情形 (21,22)，造成採購者或是攤商無法準確選購罹病少之果實，因而造成採購後重大之損失，往往也是出口貿易造成糾紛主因。

因此想要增加外銷，炭疽病必須能獲得完善控制，經過多年之努力，台灣已發展出一套有效的炭疽病防治模式，包括品種抗性利用、套袋、地面覆蓋、硼的添加、化學藥劑使用、採收後溫水處理及其他管理方式綜合應用於芒果炭疽病之防治上，分述如下。

品種抗性利用

病害防治最根本的就是抗病品種的利用，呂氏等 (3) 調查發現懷特 (White)、Tong Dam、Dasheri、Thailand、TL-12、Red、Tuong、OK Rong、圭寧及 St. Juliany 在 43 種芒果品種中其果實對炭疽病較具抗性比較不易罹病；其次是愛文 (Irwin) 及 Kaves；而 East Indian 及 Golek 兩種品種較感病。利用芒果嫩葉進行炭疽病菌人工接種發現愛文和 Carabao 罹病度最高，其次是 Kaves、Nimrod、Edward、圭寧及金煌，最不易發病的是台灣土檨的嫩葉；參考國外資料愛文是一個高罹病品種，海頓 (Haden) 爲中罹病性，而凱特 (Keitt) 則是一種中抗病品種，再與田間實際情況比較其間存有許多差異，一般認爲愛文芒果果實是一種較罹病之品種，而土芒果的嫩葉是發病最嚴重的，這可能是因爲土芒果一直不被當作經濟栽培，較少受到適當防治，因此葉片不如呂氏所言較不罹病反而出現嚴重病斑，而愛文芒果數十年來一直受到重視，因此對於果實罹病會給予較大的重視。自呂氏等之研究果實與嫩葉罹病度間並無相關必然性，但是於田間觀察可發現，只要是田間嫩葉無病斑則感染果實的病原密度必然會降低，其後花穗與果實感染炭疽病的可能性也會降低，間接導至果實最後罹病降低，因此嫩葉罹病度亦可提供栽培之參考。

如前所述以實際田間經驗來看，目前栽培較多之品種中，土芒果的嫩葉經常滿佈病斑，採收後果實病斑也多，因此常被認爲是容易罹病的品種之一。而愛文芒果則是果農最用心照顧，但卻經常抱怨不易控制炭疽病的一個品種，因爲愛文芒果嫩葉易感病，防治稍有疏忽，便容易在葉片上留下病斑及病原菌而接著感染花序及幼果。黃金煌先生育出的金煌芒果近年栽培面積大增，主要是其果實大風味又受民衆接受，並且較耐炭疽病不需經常噴藥之故。台農一號芒果原本被認爲是一個較耐病品種，田間少見幼果發生病斑，但採收催熟後則因其糖度非常高（糖度常達 25 度 Brix 以上），熟化較快而使得炭疽病病斑進展也甚快，常見採收催熟後三至四天之果實整顆佈滿炭疽病黑色病斑，因此台農一號芒果田間應加強管理，並且套袋工作

不可省略，採收後最好能使用溫水處理來延緩發病 [11,12] 。

套　袋

在台灣果樹產業病蟲害防治上應用最廣的非農藥防治方法，非套袋莫屬，由於東方果實蠅入侵後未能有效滅除導致全省蔓延危害，幾乎所有果樹產區皆能見到蹤影，其他防治方法都難以獲得有效的控制，紙套袋引入將果實完全保護使果實蠅無法產卵實是最根本的方法，將原用於隔離果實蠅之套袋及方法修正導入於兼爲病害防治用，實爲台灣十多年來果樹病蟲害綜合防治最大的成就。因爲芒果炭疽病防治上，在正常天候下約需七至十天噴藥一次，若在幼果期即予以套袋，則可省下五至十次的噴藥，除可節省施藥成本外，同時也減少農藥使用對環境的衝擊，也因爲在採收前停止施藥時間長達一至兩個月以上，因此農藥殘留問題幾乎不會發生，對消費的健康是一個保障，相對提高消費者購買意願而可以增加農民收益，也是台灣外銷芒果的一大特色，因此爲了整個產業能永續經營，農友應當提早套袋。

安寶貞博士等人 [1,2] 曾對套袋時間、紙質及顏色進行一序列的研究工作，發現（一）、套袋時期越早，防治效果越佳。在採收後十二天時調查不同時間套袋愛文果實的炭疽病罹病率發現，若是在幼果期就完成套袋者僅有 0-5% 果實罹病，到了生理落果時套袋者罹病率 27% ，落果停止時套袋則罹病率爲 42% ，等到採果前兩星期再套袋的則有 68% 發病，對照完全不套袋但也全期施藥者罹病率爲 72% ，所以最好在幼果期就要完成套袋，減少果實被病原菌侵入的機會。但爲了減少太早套袋而再落果的比率，呂理燊博士建議應配合疏果後再套袋。（二）、不同材質的套袋對炭疽病防治之效果並無影響，但會影響果實成熟時間、糖度與果皮顏色。半透明蠟膜袋會造成光線強烈處果實日燒落果；經芥子油處理的黃色袋會造成果實著色差，果皮成黃色；愛文提早套白色紙袋，雖會使果實著色較差而成粉紅色，但糖度卻有提高的效果。（三）、套袋可以減少噴藥次數，降低成本。綜上所述，目前的套袋因爲使用芒果品種大小及特性，而有白色、黃色及不透光之紙袋，亦有覆蠟及不覆蠟的區別，成本自然不同，應當選用何種套袋是値得仔細考量的。常見農友爲了節省紙袋的成本，常常會選用不覆蠟的紙袋或是篩選重複使用回收紙袋，紙袋成本雖然降低，但是風險會增加；使用防水功能較差的紙袋，在陰雨綿延或是颱風季節後，常可見到紙袋吸水而緊黏在果實表面或甚至破裂失去保護功能，果實表面也會因爲溼度過高有外觀粗糙現象，同時造成炭疽病菌感染及果實蠅叮咬危險，反而是得不償失。套袋主要成本事實上是人工費用，因此應選用材質較佳的紙袋；而重複使用紙袋因爲無法完全消除病原菌之污染不宜使用。

地面覆蓋

炭疽病菌主要的傳播方式乃藉由水滴將病斑上的分生胞子堆噴濺到健康部位，發芽侵入芒果各部位，因此掉落地面的老葉或枝條，有可能因爲下雨濺噴攜帶分生胞子又感染果實，因此若能清除落葉等並且將地面覆蓋，除了減少炭疽病感染外還因爲地面清潔而使工作更爲方便，還能減少雜草控制的成本。1995-1996 年安寶貞博士分兩區進行果園覆蓋對炭疽病預防效果試驗，先於開花前將愛文芒果園以黑色不織布完全覆蓋，隔年再將不織布上的之落葉殘枝清除，未覆蓋區則按一般農友噴施殺草劑或以割草機除草；病蟲害噴藥及其他耕作措施一如平常果園，並於生理落果後套白色紙袋。等到果實成熟採收後發現覆蓋黑色不織布，除了可以防除雜草叢生，有利田間的耕作及節省鋤草成本外，確實還能降低果實炭疽病發生，他們發現覆蓋區果實採收後九天之罹病率爲 5-7% 遠低於無覆蓋對照區果實的 20-40%[1]；所以果園覆蓋不織布雖然增加了生產成本，但可以節省 3-5 年鋤草的農藥或工資花費，並且增加工作便利性也生產出較優質的芒果，值得推廣。

硼及鈣的添加

鈣在植物體內乃構成中果膠質之主要成份且與細胞壁之堅固性有關，可以抑制 Polygalacturonase 及其它 Pectic enzyme，因此能阻擋病原菌對於植物中果膠質中 pectic 物質之酵素分解，除此並有延遲老化之功能。若缺乏鈣則其新葉或頂芽都會受損，嚴重時已黃白化之幼葉漸褐變且葉緣部位枯死。硼素是植物體生長所不可或缺的微量元素，芒果更不可缺少，因爲硼在植物器官間移動不易，所以發病時多在於新生組織器官，如生長點、新葉、花器、果實及種子；缺乏時造成芒果新葉及果實畸形、落花、落果、果肉褐變及裂果等現象，尤其在一些晚熟品種上更常見。[4,14]。因此鈣和硼都是植物體所必需的營養素，其中硼砂在台灣更被推薦用於芒果及木瓜缺硼症的防治上，此二種元素皆與植物細胞強固有關，尙有增強植物體抗病能力及減少發病之效果，如在土中加入 100 ppm 硼可使 *Lagenaria siceraria* 之白粉病發生大減[29]，Conway et al[17] 以 pressure-infiltration 方式增加蘋果內之鈣，可提高儲運期對炭疽病等之抵抗力；玫瑰花切花或盆栽也因含鈣增加，而降低灰黴病之發生[38]。將芒果炭疽病菌分生胞子加入含有氯化鈣、磷酸一鈣、硼酸、硼砂之溶液中，其發芽率會隨著鈣與硼之濃度增加而降低，其中以硼砂及磷酸一鈣之抑制效果最強，硼砂在 2500 ppm 時，可將發芽率自對照之 67 %降至 7.4 %，在

5000 ppm 時發芽率更降至 3 %（表一）。而且已發芽胞子形成附著器之比率亦隨濃度之增加而增加，氯化鈣在 2500 ppm 時附著器形成率為 87 %，而硼砂則為 99 %。但是當濃度升高到 5000 ppm 時則生成附著器之比率下降，因為此時菌絲發生崩解，尤其是硼砂及磷酸一鈣下，其附著器亦產生膨漲空胞化現象。噴施於溫室芒果嫩葉，經十天後調查嫩葉發病率，磷酸一鈣在 5000 ppm 時有降低發病率之效果，而且其病斑較小。硼砂則於 2500 ppm 時即有降低發病率之效果。

1994 年四月中旬至六月底於台南縣玉井愛文果園進行防治試驗，自愛文芒果著果約 2 cm左右開始每隔約十天噴藥一次，共噴藥七次後套袋；各處理在套袋前，除了只噴殺蟲劑而未噴殺菌劑之處理，其果實表面佈滿黑色淚斑及使用 2000 及 5000 ppm 磷酸一鈣與一般市售殺菌劑輪流使用試驗區之果實發生嚴重裂果外，其餘之處理，即使用 5000 ppm 硼砂完全取代一般殺菌劑，及使用 5000 或 2500 ppm 硼砂與殺菌劑輪用之處理的炭疽病防治結果與果實外觀和完全使用殺菌劑者並無明顯差異（圖一）。採後催熟六天後對炭疽病之防治效果亦無顯著之差異（表二）。因此硼砂除可依植物保護手冊建議以四百倍液噴施補充硼外，尚可用來當作炭疽病的防治

表一、不同濃度鈣及硼對檬果炭疽病菌分生胞子發芽率及附著器形成之影響

Table 1. The percentage of conidia germination and appressoria formation of *Colletotrichum gloeosporioides* from mango under different concentration of Ca and boron.

Treatment		Concentration (ppm) 0	10	100	1000	2500	5000
$CaCl_2$	Ger*	67.0	53.4	38.8	19.9	17.1	11.3
	App**	58.9	11.4	55.0	39.3	87.0	55.7
$Ca(H_2PO_4)_2$	Ger	67.0	50.4	32.3	21.8	13.1	7.0
	App	58.9	67.2	71.9	26.2	21.1	15.0
Borate	Ger	67.0	41.3	43.1	34.5	23.6	22.1
	App	58.9	79.4	79.7	76.6	86.2	72.2
Borax	Ger	67.0	33.7	20.0	14.1	7.4	3.0
	App	58.9	34.6	89.2	76.6	99.0	0.0

* Ger: % of conidia germination. Every value is a average of 4 replicates, over 100 conidia were examined per replicate.

** App: % of appressoria formation of germinated conidia. Every value is a average of 4 replicates, over 100 conidia were examined per replicate.

藥劑。使用時可將硼砂以少量熱水溶解後再混入其他農藥中噴施，最好在新稍出現前就應使用，到落果停止前使用二至三次。但是硼砂使用過量可能造成芒果果肉硬化及土中殘留過多硼素，因此不可過度使用。

表二、田間施用硼砂對愛文芒果果實炭疽病之防治效果

Table 2. The effect of borax for controling Irwin mango fruit anthracnose

Treatment	% of Acceptable Mango Fruits*		
	4 Days after Ripening	6 Days after Ripening	8 Days after Ripening
Fungicides	95	76	57
Borax 5000ppm	90	70	50
Fungicides + Borax 5000ppm**	95	79	58

* % of mango fruits have 0 (degree 0) or 1-5 (degree 1) anthracnose lesions on a mango fruit

** Spray with market-sold-fungicide one time, and with borax 5000ppm next time.

化學藥劑使用

芒果炭疽病化學藥劑防治工作一直被農友視爲芒果生產期中最重要的一個工作，往往一個生產季的噴藥次數超過十次以上，若加上陰雨季節補噴次數，噴藥次數更可達十五至二十次之多，而每次每公頃施藥約需 800-1200 元的殺菌劑費用及噴藥工資，因此使得芒果生產成本一直無法壓低，尤其近年來消費者對農藥的不當使用非常敏感，已難接受頻繁用藥的農產品，因此芒果炭疽病的化學藥劑防治應想辦法盡量降低用藥次數及藥劑量，愼選適當藥劑並於適當時機使用才能發揮化學藥劑的功用，也才能生產出優良品質的芒果果實。

根據九十一年版植物保護手册登載推薦於防治芒果炭疽病之藥劑高達十八個之多，若包括 2003 年已通過之新藥則總數超過 20 個，如何選用適當之藥劑實爲一大學問，因爲芒果炭疽病菌在芒果樹上有不同型態存在，例如病斑上的分生胞子、發芽後的菌絲及潛伏於芒果上的附著器，三者間構造不同，對於同一種藥劑之反應也有差異， 1995 年以植保手册推薦之殺菌劑及稀釋倍數配製藥液處理生長在玻璃紙 (cellophane) 上之附著器半小時後再以無菌水洗淨後置於 PDA 上經七天，發現腈硫醌、鋅錳邁克尼、鋅錳乃浦 (80 % WP) 、甲基鋅乃浦、錳乃浦及貝芬錳等可完全

殺死附著器，但是腐絕快得寧、待克利、嘉賜貝芬及撲克拉錳則無法（表三）。顯見不同藥劑具有不同的殺菌機制，無法適用於任何型態的病原構造之殺滅上，因此田間防治時，若是在天候良好且無游離水存在下，病原菌以分生胞子或是附著器存在時，應使用腈硫醌、鋅錳邁克尼、鋅錳乃浦 (80 % WP) 、甲基鋅乃浦、錳乃浦及貝芬錳等藥劑較爲有效。套袋前使用的殺菌劑種類也會影響採收後炭疽病發生，試驗結果以貝芬錳效果最好催，催熟後六天仍有 82 % 果實上之病斑數仍在 0 至 5 個之間，次之爲甲基鋅乃浦、錳乃浦、鋅錳邁克尼及撲克拉錳（表四）。但爲了同時防治芒果蒂腐病，套袋前除了選用前述藥劑外，尙應同時使用對蒂腐病有效之藥劑，經初步結果顯示目前已推薦於芒果炭疽病之藥劑以賽普護汰寧、亞托敏及撲克拉錳之效果較佳。

田間其他管理

使用有益微生物作爲病害防治藥劑，是全世界的一個夢想，希望藉由添加少量的拮抗菌便能維持長期效果，如此不僅能降低農藥使用，而且可降低生產成本。已故台大植病系莊再揚教授與農試所安寶貞博士合作，以香蕉上分離出對炭疽病菌有拮抗效果的九株細菌與酵母菌株用於田間，測試其對芒果炭疽病的防治效果，發現酵母菌株 Y 24-8(*Pichia ohmeri*) 在芒果開花時噴於花穗上能顯著提高著果率；套袋前將 Tp-Tu311(*Bacillus subtilis*) 、 TN-S221(*Pseudomonas fluorescens*) 及 Y 24-8 (*Pichia ohmeri*) 噴於芒果果實上，較殺菌劑 Bavistin(巴斯汀) 或 Bavistin+ oil 更能減少採收後果實炭疽病的發生率 [9] 但尙無實用性。筆者使用分離自木瓜之細菌菌株 B 20-1 與 Y 26-1 懸浮液浸沾採收後芒果果實，雖然拮抗微生物可以表現出抑制炭疽病般的效果，但仍無法獲得令人滿意的效果（表五）。

炭疽病傳播主要藉由水分，分生胞子發芽需要有六小時以上的游離水存在 [6,8] ，或是因爲昆蟲囓咬傷口增加感染機會，因此想要減少田間感染機會，便應減少上述情形產生，例如水的供應盡量不要使用樹冠噴水方式，若難以避免應選在晴天有風的時間噴水較好，讓游離水無法於樹上留超過六小時。抽新梢前就應噴灑殺蟲劑將田間的浮塵子等害蟲密度降低，避免取食新梢的傷口成了炭疽病侵入的好管道。適當整枝修剪清除病組織，使園區通風及日照良好，減少濕氣累積。適當防治害蟲多施用有機肥增強芒果樹的生長勢，也是增強抗病力的好方法。發展芒果溫網室內栽培方法，以塑膠布遮蔽雨水傳佈炭疽病菌的分生胞子，可以在網室內生產完全不使用化學藥劑的愛文芒果，這也是一個新趨勢。

表三、不同殺菌劑對芒果炭疽病菌附著器再發芽生長之影響

Table 3. The effect of different fungicides on the appressorial germination and growth of mango anthracnose pathogen.

FUNGICIDES (殺菌劑)	DILUTION TIMES (稀釋倍數)	RESULTS (結果)
53% Thiabendazole+Oxine-copper WP (腐絕快得寧)	1200X	+**
42.2% Dithianon FP (腈硫醌)	1200X	—***
10%Difenoconazole WP (待克利)	800X	+
62.25% Myclobutanil + Mancozeb WP (鋅錳邁克尼)	600X	—
43% Kasugamycin WP (嘉賜貝芬)	1000X	+
50% Prochlorate Manganese WP (撲克拉錳)	6000X	+
80% Mancozeb WP (鋅錳乃浦)	400X	—
70% Propineb WP (甲基鋅乃浦)	400X	—
80% Maneb WP (錳乃浦)	400X	—
74% Carbendazim + Maneb WP (貝芬錳)	500X	—
30% Mancozeb WP (鋅錳乃浦)	600X	—
Water (水)		+

* The cellophane with appressoria grown on were dipped into fungicides solu tion for 30 minutes and then washed with sterile water twice. Put one cello phane on the fresh PDA plates, and observe the result of growth.

* * + :Have good hypha growth and sporulation

* * * — :No hypha growth and sporulation

表四、套袋前施用不同殺菌劑對愛文芒果果實炭疽病之防治效果

Table 4. The protective effect of different fungicides spraying for Irwin mango fruits anthracnose before bagging

Treatment	% of acceptable mango fruits*		
	4 days after ripening	6 days after ripening	7 days after ripening
10%Difenoconazole WP 800X（待克利）	69	44	37[4]
62.25% Myclobutanil + Mancozeb WP 600X（鋅錳邁克尼）	85[3]	50[4]	30
43% Kasugamycin WP 1000X（嘉賜貝芬）	60	20	35
50% Prochlorate Manganese WP 6000X（撲克拉錳）	75[4]	45[5]	40[3]
80% Mancozeb WP 400X（鋅錳乃浦）	65	35	20
70% Propineb WP 400X（甲基鋅乃浦）	95[2]	70[2]	60[1]
80% Maneb WP 400X（錳乃浦）	70[5]	60[3]	45[2]
74% Carbendazim + Maneb WP 500X（貝芬錳）	96[1]**	82[1]	32
30% Mancozeb WP 600X（鋅錳乃浦）	45	33	33[5]
Borax 5000ppm（硼砂）	50	35	30

* % of mango fruits have 0 (degree 0) or 1-5 (degree 1) anthracnose lesions on a mango fruit

** The number present the ordinal number of fungicides according to the protective effect.

表五、拮抗微生物及不同田區對愛文芒果炭疽病之影響

Table 5. The effect of antagonists and different fields to Irwin mango fruits anthracnose.

Mango fruits from	Treatment			
	B 20-1	Y 26-1	B 20-1 + Y 26-1	Water
Experiment Fields	40*	50	50	25
Market A	60	65	65	40
Market B	70	80	80	60
Market C	60	70	75	55

* The number is the acceptable fruits (0-5 lesions on a fruit) percentage of 20 fruits 6 days after ripening.

採收後溫水處理

經過田間完善的管理後，才能採收到優質的芒果果實，但是往往在採收後二至三天，炭疽病病班便會出現果皮上，而減低芒果果實的價值，使得田間數個月的努力都浪費了；採收後處理目的之一在於延遲作物採收後病害的發生，延長櫥架壽命，增加商品販售價格。已發展使用於採收後作物病害控制的方法，包含有藥劑處理 (19,20,35) 、覆蠟、誘引抗性、放射線、生物防治及熱能處理等方式，其中以化學藥劑如 EDB 、 benomyl 及 Prochloraz 等化學物質直接處理採收後蔬菜果實最為人熟知，也是目前被認為最有效的方法；但是隨著消費意識高漲後，對於採收後處理藥劑殘留的恐懼，以化學藥劑處理採後作物已難再被接受；其他方法如放射線 γ -ray 照射之安全性也受到質疑無法被接受，而使用微生物生物防治與 UV-C 或 Chitosan 的誘引抗性尚無法獲得一致的結果。低溫或高溫的熱能處理近十年來快速發展，尤其是溫水處理或是配合藥劑之處理的研究蓬勃發展，特別是採收後炭疽病的防治上已有長足進步。下文將介紹溫水處理的發展概況及台灣應用現況。

溫水處理技術是熱能 (heat treatment) 處理方式之一，一般熱能處理可分為溫水處理 (Hot water treatment) 、蒸熱處理 (Vapor heat treatment) 、微波處理 (Microwave treatment) 、紅外線處理 (Infrared radition treatment) 及乾熱處理 (Hot dry air treatment) 等多種方式，其中只有溫水及蒸熱處理較具商業價值 (18) ，而蒸熱需要較昂貴的設備，目前多用於檢疫病蟲滅除以符合輸入國檢疫要求使用，如台灣現用於輸日芒果果實東方果實蠅蟲卵滅除，須經蒸熱處理，以熱蒸氣將果心溫度提升至 46.2 °C並維持 30 分鐘後再降溫 (10) ，全程耗時甚長雖能殺滅果實內之東方果實蠅，但對於炭疽病菌附著器並無殺除效果 (12) 。溫水處理除可以應用於殺菌之外，也可以使用於害蟲的殺滅，作為許多蔬果花卉檢疫害蟲處理 (26 、 39 、 40) ，並且可以增強果蔬對低溫的忍受性 (23 、 28 、 36) 及切花瓶插壽命等 (16) ，用途非常廣泛。

根據 Schirra, M. et al 2000 年 (36) 之整理，熱處理可以應用於病害的滅除之原因如下 (一) 熱能具有癒傷功能，在稍高溫下可以使採收時所造成傷口癒合，減少病原菌的侵入機會 (25) ，因而可以減少罹病。如將傷口接種的檸檬果實置於 32 °C環境下三天，可以有效降低綠黴菌 (*Penicillium digitatum*) 感染的情形，此種溫度並無抑制病原菌生長的能力，其作用主要是促進傷口癒合，間接使病原菌無法侵入所致。(二) 熱能直接殺死了病原或害蟲，或是因為溫水處理時連帶將蔬果外的病原菌或是蟲體或蟲卵清洗掉，而使病蟲害降低。溫水處理之受重視主要是其能在短時間內殺死表層感染的病原，例如 50 °C溫水處理兩分鐘便能有效將植物表層 5 ㎜內的病原菌殺死，此對於僅潛伏於果實表面的炭疽病菌來說是極為敏感的，但對於潛伏於較深層的蒂腐病菌則較無法發揮實用價值。(三) 溫水處理可以使植物產生抗生物質抑制病原菌或是產生物理屏障阻隔病原。(四) 溫水處理的熱能可以增加化學藥劑的效力而減少化學藥劑之使用量 (32 、 34 、 37) 。(五) 熱能處理可以使採收後植物表面破裂的角質層之臘片溶化並重新平舖於植物表面，將氣孔、皮孔與傷口蓋住，使病原難以侵入或減緩病徵出現 (31) 。但是熱能處理並非對於所有作物都能發揮保護作用，例如熱能處理可以延緩蕃茄老化，因此可以使病害延緩，但是對於酪梨及芒果則有相反作用，會有加速老化及抗菌物質崩解的現象，因此若是熱能處理無法直接殺死病原菌，將會加速採收後病害的發生 (36) 。

溫水處理技術在廿世紀初便使用於採收後病害防治， 1922 年便用於番茄及柑橘疫病菌的處理，到了 1953 年又被提出使用於木瓜炭疽病 (44-49 °C /20 分鐘) 及桃褐腐病 (Brown rot) 之採收後防治上 (27 、 36) ；此後研究人員陸續進行多種蔬果甚至花卉處理上 (36) ；自廿世紀中葉以後化學藥劑發展快速，溫水處理的效果及經濟性漸被化學藥劑處理所淘汰及取代，因此溫水處理之研究漸不被重視，直到廿世

紀末一、二十多年消費及環保意識抬頭，不能再接受化學藥劑直接使用於採收後即可食用蔬果病害防治上，使用簡單物理熱能處理滅菌方式漸漸的又受到重視。

利用溫水處理抑制病害腐爛所需熱能較之殺滅害蟲、病毒及癒傷所需者低，主要原因乃是引起腐爛的微生物大多位於植物表面或是表面數層細胞而已，較易受到熱能之影響 (15) 。雖然同一病原菌對於熱能反應相似，但是有效處理時間及溫度之擬定與病原菌的胞子大小、水分含量，及病原菌的生理活性、化學組成，甚至溫水處理時之水都有相關 (15) ，更與寄主狀況及種類有關，必須根據病原菌的致死性與植物體忍受性而調整到可以在短時間處理且有效的處理條件，但又不傷及植物的處理條件，例如 Reyes et al(33) 發現 45 °C /20 min 溫水處理香蕉可以將軸腐病罹病率自 100 %降至 15 %以下，溫度提高至 50 °C則罹病率降至 3 %以下，但是將溫度提高爲 55 °C處理 10 分鐘以上則會使香蕉表皮燙傷並且不會軟熟。一般在休眠狀態下的病原菌較發芽或生長的菌體來得耐熱，例如 *Alternaria tenuis* 的休眠胞子無法以 42 °C溫水殺死，但發芽胞子則可以。

溫水處理除了對病原菌造成影響外，也會對寄主造成如下之影響，如改變成熟度、果實顏色及水解質滲露、糖代謝、乙烯形成、果膠分解及對病原的罹病度。菌體不同時期對熱的敏感度不同，尋找處理條件時應以耐熱最強的構造爲準；芒果炭疽病菌最具抵抗力的是附著器，測試溫水處理條件時應以附著器爲對象，將炭疽病菌分生胞子塗佈於玻璃紙 (cellophane) 發芽產生菌絲並乾燥使其形成附著器，將玻璃紙上之菌體浸入不同溫水中而測得完全殺死附著器的溫度應用於芒果果實上可以得到較準確的結果 (12) 。

處理後蔬果水分的散失是溫水處理的一個缺點，但是可以利用塑膠膜先包覆果實或者於處理後再包覆而減少水分散失 (34) ，並且不影響熱能之交換，也不會造成果實間的相互感染 (15) 。

台灣有關溫水處理抑制芒果炭疽病發生之研究始見於 1975 年張振亩氏 (7) ，以 52 至 54 °C的溫水處理愛文芒果果實 10 至 30 分鐘後，或是以 56 °C溫水處理 5 至 10 分鐘後，經七天後每顆果實上炭疽病病斑面積未超過全果表面積四分之一的有效果實數之百分率，遠比未處理者高，而且這些溫水處理並不會造成果實之傷害；但他認爲溫水只能抑制已發病病斑繼續擴展，而無法完全抑制潛伏之病原菌。謝慶昌氏 (13) 將較低成熟度的愛文芒果以 55 °C處理 5 分鐘，可以有效抑制炭疽病發生且不傷果實品質。 1997 年我們先直接探討溫水對炭疽病菌的影響，以不同溫度熱水處理生長在玻璃紙上的芒果炭疽病菌，包括其分生胞子、菌絲與附著器等五分鐘，發現在 49 °C以上即能完全抑制其再生長之能力。再以臺農一號芒果果實進行溫水處理對炭疽病抑制效果測試，發現以 53 °C溫水處理 5 分鐘取出降溫並催熟一天

後，置於 28 °C /RH 85 %之生長箱中觀查發病狀況，三次重複試驗結果皆極穩定。處理後四天，每果實出現不超過三個病斑者，三次試驗之處理組分別為 90 %、100 %、96.7 %，而未處理者分別為 34.5 %、5 %、43.3 %；果實完全無病斑者，處理組分別為 56.7 %、85 %、86.7 %，未處理者分別為 24.1 %、0 %、23.3 %。處理後 7 天時，未超過三個病斑之果實三次試驗之處理者分別為 53.3 %、85 %、63.3 %，而對照組三次皆為 0 %；果實完全無病斑者，處理組分別為 40 %、25 %和 6.7 %，但對照者皆為 0 %。（圖二）處理七天後，對照組每果實之平均病斑數為 23.4 、26.7 及 15.2 個，而處理組則分別為 2.7 、2.2 及 5.3 個。溫水處理後果實外表無劣化；第三次試驗在第十二天後所測醣度，處理及對照分別為 25.3 及 22.2 brix[12] 。1998 年農試所鳳山分所果樹系林瑩達氏與廠商合作連續式溫湯處理機，改以 60 至 65 °C更高溫瞬間處理方式利用輸送帶帶動單層果實經上沖下淋溫水區，對炭疽病獲得不錯之控制，每小時處理量達 600 公斤。同時間嘉義分所另與廠商配合設計小型溫水處理器，是採用整籃芒果浸入溫水槽方式，並採用程式控制達到快速回溫及均溫，每小時之處理量約達 2 公噸，但是需要至少 4 名人力以上。2002 年起嘉義分所與三群有限公司進行產學合作，以小型溫水處理器為基礎，發展大型自動化溫水處理器，並技術轉移三群有限公司製造供應外銷集貨場處理大量芒果所需，該機器若以 60 °C溫水處理芒果，處理時間約為 20 秒鐘，每果籃為 50 公斤計算，每小時處理量可達 3-4 公噸以上，並可按需求再擴增一至二個溫水處理槽，使處理能量立即擴增，並且將原有人力提舉果籃之動作改以機器自動進行，並且以蒸氣鍋爐供應熱源使得溫水處理動作不需等待，能連續進行（圖三）並具有降低炭疽病發生之效果（圖四），對於外銷芒果處理幫助頗大。

芒果使用溫水處理雖然可以有效降低或延緩炭疽病之發生，以彌補田間防治之疏忽，但是稍有不慎也會造成熱傷害，例如土芒果（柴樣芒果）在 58 °C /20 sec 時即發生熱傷害，且在該溫度及時間處理下經六天有 65 %之果實出現病斑，其抑病效果不佳，因此不推薦將高溫瞬間處理使用於柴樣芒果，若欲使用溫水處理於柴樣，建議使用本分所已發展小型溫水處理器進行 53 °C /5 分鐘的處理，利用較低溫度但長時間處理減少熱傷害發生並且有效殺死炭疽病菌。不同的芒果品種對高溫忍受性都有些許不同，甚至同一品種不同栽培者與栽培地區或是不同成熟度都會有些差異，澳洲昆士蘭主要芒果品種 Kensington 芒果果實利用 47 °C蒸熱處理 15 分鐘以除去昆士蘭果實蠅常會造成皮孔黑點及表皮褐化現象，Jacobi & Giles[24] 發現先進行 53 °C /5 min 溫水處理後再蒸熱可以減少熱傷害，但若是下雨後採收的果實則較容易熱傷害。因此不能冀望所有果實都能適應同一處理條件，必須在大量處理前遵守研究人員建議並以少量果實進行測試後方能進行後續處理動作。

圖一、田間不同施藥處理愛文芒果果實催熟後六天之結果，上爲完全使用殺菌劑，左下爲完全使用硼砂200倍，右下爲使用硼砂200倍與殺菌劑輪用。

Fig. 1. The 6 days result after ripening of different field spraying Irwin mango fruits Top : spray with fungicides Left bottom : spray with 200 × boron solution Right bottom : spray with fungicide and 200 × boron solution rotatory

圖二、台農一號芒果經53℃溫水處理5分鐘後七天後炭疽病發病情形

Fig. 2. The result of 7 days after 53 °C /5 min hot water treatment of Tainung No. 1 variety mango fruits for decreasing anthracnose lesions.

圖三、浸入式自動化溫水處理器

Fig. 3. Immersed Auto-hot-water-bath machine

圖四、凱特芒果經60℃溫水處理並冷藏於12℃下20天之結果。
左為對照未溫水處理，中為經60℃/20秒溫水處理，右為經60℃/40秒溫水處理

Fig. 4. The 20th day result after 60 °C hot water treatment of Keitt mango stored under 12 °C. Left: check without hot water treatment Middle: 60 °C /20 sec hot water treatment Right: 60 °C /40 sec hot water treatment

結　論

芒果炭疽病的防治工作，目前雖然還是以化學藥劑爲主，但是比之十年前，整個產業的藥劑使用已有明顯的降低，尤其是農民及消費者越來越能接受提早套袋雖會降低芒果的著色但是安全的事實，加上地面覆蓋、改用抗病品種以及對芒果炭疽病發病生態的了解，知道如何減少感染以及在適當時機使用適當藥劑，使得芒果炭疽病的防治工作越來越有朝向低化學藥劑使用的可能。雖然到目前爲止，還沒有任何一種方法能夠完全取代化學藥劑的使用，而能得到相同的芒果品質，但因爲果農已漸能接受應當同時採用多種方法進行炭疽病防治工作，不再只執著於農藥防治方法，所以芒果炭疽病的防治應當是近年來台灣果樹產業最成功的綜合管理範例；在 1998 年時整個芒果炭疽病研究團隊已根據研究成果擬訂出台灣外銷芒果的防治流程 (1)，提供農友作爲防治參考，爲芒果炭疽病綜合管理立下標竿，其流程如下：1. 於果實採收後進行修剪與清園工作，以降低病原菌密度；並砍除與矮化果園內高大樹種，有利病蟲害防治作業。2. 施用有機質、鈣、硼物質，以增強果樹抗病性。3. 地面以黑色不織布或其他質材覆蓋以阻斷土壤表面病原菌之飛濺，並可同時防除雜草。4. 萌新梢時，全園施用波爾多液等銅劑二至三次，降低病原菌密度。5. 花期與幼果期加強病蟲害防治，並行外銷供果園之初選。6. 勸導農民早期套袋，果實於拇指大時進行疏果後套袋，或於生理落果停止後立即套袋，套袋前施藥，套袋後需修剪果樹，讓套袋果接受充足日照。7. 正式採果前 1-1.5 月預採果實，每果園隨機採 20-25 粒果實調查。果實採收後，除去紙袋，經噴佈 39.5% 益收生長素 3000 倍稀釋液，或浸漬於生長素溶液中 5 分鐘，處理後之果實覆蓋報紙。果實轉色變紅後，調查第 9-12 天之罹病果實率，凡炭疽病發病率在 20% 以下，蒂腐病在 10% 以下，得選爲『外銷日本之正式供果園』。外銷其他地區之檬果，可仿銷日檬果處理。8. 果實於八分熟、或轉色時（九分熟）正式採果，但應避免在降雨時、或露水未乾時採果，以避免蒂腐病菌之發芽侵染。9. 果實清洗、分級後，經 46.5 °C（果核溫度）蒸熱處理 30 min 。10. 經 12-13 °C冷藏貨櫃船運（八分熟之綠熟果）或空運（九分熟之轉色果）至日本。

採收後溫水處理抑制或延緩炭疽病之發生雖能有彌補田間疏忽的功效，但是不能寄望單使用溫水處理便能消除所有炭疽病感染，田間管理若能做好再加上最後一道溫水處理，則可以使芒果的品質更臻理想，另者溫水處理對於蒂腐病之採後處理效果不佳，因此必須同時加強田間蒂腐病防治的研究工作，使採收果實蒂腐病罹病率降至最低，方能使台灣芒果能利用海運進行長距離運輸降低輸出成本。

今後台灣尚應加強抗病育種工作，選育出優質抗炭疽病及蒂腐病的芒果品種，並加強遮雨設施下的生產技術研究及往非農藥防治生產體系努力，冀望將來台灣芒果產業能達到無農藥使用之境界。 Obagwu & Korsten(30) 在 2003 年爲溫水處理提出一個新方向，將溫水處理融合生物防治菌及重碳酸鈉化學物質共同使用於柑橘青黴與綠黴病的採後防治，應當也是台灣努力的一個方向。

引用文獻

1. 安寶貞、呂理燊、莊再揚、高清文。 1998 。套袋與地面覆蓋對檬果炭疽病與蒂腐病之防治效果。植物病理學會會刊 7 ： 19-26 。
2. 呂理燊、安寶貞、莊再揚、楊秀珠、楊宏仁、高清文。 1998 。檬果炭疽病預先偵測技術之開發及田間非農藥防治。園藝作物病害暨防治研討會專刊 29-50 。
3. 呂理燊、楊秀珠、簡和順、曾錫恩。 1988 。檬果對炭疽病之抗病測定。植物保護學會會刊 30 ： 337-348 。
4. 邱再發。 1990 。微量元素之功能與毒害。於：張林仁（主編）果樹營養與果園土壤管理研討會專集 p35-43. 臺灣省臺中區農業改良場特刊第 20 號
5. 翁豐嶽、莊再揚。 1995 。台灣芒果炭疽病菌之分群。植物保護學會會刊 37 ： 295-309 。
6. 翁豐嶽、莊再揚。 1997 。芒果炭疽病菌胞子發芽之營養需求及胞子外泌物之特性。植物病理學會會刊 6 ： 17-24 。
7. 張振宙。 1975 。愛文檬果溫水處理試驗。台灣農業 11(2):69-78 。
8. 莊再揚。 1997 。影響芒果炭疽病菌附著器形成與發芽之因子。植物病理學會刊 6 ： 41-48 。
9. 莊再揚、安寶貞。 1997 。芒果炭疽病之生物防治。植保會刊 39 ： 227-240 。
10. 黃肇家。 1991 。台灣近年水果採後處理技術之開發與研究。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊 p.117-129 。
11. 楊宏仁。 1999 。炭疽病之抗病測定及非農藥防治。芒果綜合管理， p.117-121 ，台中。
12. 楊宏仁、林瑩達。 1997 。溫水處理對臺農一號芒果採後炭疽病之防治效果。植保會刊 39:241-249 。
13. 謝慶昌。 1990 。愛文芒果後熟生理與採收後處理之研究。台大園藝所博士論文。 P.65-173 。
14. Agarwala,S. C.,Nautiyal, B. D.,Chatterjee, C. and Sharma, C. P. 1988.

Manganese, zinc and boron deficiency in mango. Scientia Horticulturae 35:99-107.

15. Barkai-Golan, R. and Phillips, D. J. 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. Plant Disease 75:1085-1089.

16. Chantrachit, T. and Paull, R. E. 1998. Effect of hot water on red ginger (*Alpinia purpurata*) inflorescence vase life. Postharvest Biology and Technology 14:77-86.

17. Conway, W.S., Sams, C.E., Abbott, J.A., and Bruton, B. D.1991. Postharvest calcium treatment of apple fruit to provide broad-spectrum protection against postharvest pathogens. Plant Dis. 75:620-622.

18. Couey, H. M. 1989. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. HortScinece 24: 198-202.

19. Eckert, J.W. and Ogawa, J. M.1988. The chemical control of postharvest diseases: Deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. Ann. Rev. Phytopathol. 26:433-469.

20. Eckert, J.W. and Sommer, N.F. 1967. Control of diseases of fruits and vegeables by postharvest treatment. Annu. Rev. Phytopathol. 5:391-432.

21. Fitzell, R. D., and Peak, C. M. 1984. The epidemiology of anthracnose disease of mango: Inoculum sources, spore production and dispersal. Ann. Appl. Biol. 104:53-59.

22. Fitzell, R. D., and Peak, C. M. 1988. Management strategies for control of anthracnose and bacterial black spot of mango in Northern New South Wales. Acta Hortic. 231 ： 513-517.

23. Hofman, P. J., Stubbings, B. A., Adkins, M. F., Meiburg, G. F. and Woolf, A. B. 2002. Hot water treatments improve 'Hass' avocado fruit quality after cold disinfestations. Postharvest Biology and Technology 14:77-86.

24. Jacobi, K. K. and Giles, J. E. 1997. Quality of 'Kensington' mango (*Mangifera indica* Linn.) fruit following combined vapour heat disinfestation and hot water disease control treatments. Postharvest Biology and Technology 12 ： 285-292.

25. Jacobi, K. K., MacRae, E. A. and Hetherington, S. E. 2000. Effects of hot air conditioning of 'Kensington'mango fruit on the response to hot water treatment. Postharvest Biology and Technology 21 ： 39 - 49.

26.Jacobi, K. K., MacRae, E. A. and Hetherington, S. E. 2001. Postharvest heat disinfestations treatments of mango fruit. Scientia Horticulturae 89 : 171-193.

27.Lichter, A., Dvir, O., Rot, I., Akerman, M., Regev, R., Wiesblum, A. and Fallik, E. 2000. Hot water brushing: an alternative method to SO_2 fumigation for color retention of litchi fruits. Postharvest Biology and Technology 18: 235 - 244.

28.Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. Postharvest Biology and Technology 14 : 257-269.

29.Neeta, S., Singh, R. P. and Khan, A. M. 1988. Effect of boron on the development of *Sphaerotheca fuliginea* on bottle gourd. Acta Botanica Indica 16:99-100. Abstract in :RPP. 1991,70:304

30.Obagwu, J. and Korsten, L. 2003. Integrated control of citrus green and blue molds using *Bacillus subtilis* in combination with sodium bicarbonate or hot water. Postharvest Biology and Technology 28:187 - 194.

31.Porat, R., Daus, A., Weiss, B., Cohen, L., Fallik, E., and Droby, S. 2000. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment . Postharvest Biology and Technology 18 : 151 - 157.

32.Prusky, D., Fuchs, Y., Kobiler, I., Roth, I., Weksler, A., Shalom, Y. and Fallik, E. 1999. Effect of hot water brushing, prochloraz treatment and waxing on the incidence of black spot decay caused by *Alternaria alternata* in mango fruits. Postharvest Biology and Technology 15:165 - 174.

33.Reya, M. E. Q., Nishijima, W. and Paull, R. E. 1998. Control of crown rot in 'Santa Catarina Prata' and 'Williams' banana with hot water treatments. Postharvest Biology and Technology 14:71-75.

34.Rodov, V., Agar, T., Peretz, J., Nafussi, B., Kim, J. J. and Ben-Yehoshua, S. 2000. Effect of combined application of heat treatments and plastic packaging on keeping quality of 'Oroblanco' fruit (*Citrus grandis* L. × *C. paradise* Macf.)

35.Roy, S. K. and Joshi, G. D. 1988. An approach to integrated post-harvest handling of mango. Acta Horticulturae 231:649-661.

36.Schirra, M., D'hallewin, G., Ben-Yehoshua, S. and Fallik, E. , 2000. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biology and Technology 21: 71 - 85.

37.Spalding D. H. and Reeder, W. F. 1986. Decay and acceptability of mangos treated with combinations of hot water, imazalil, and γ -radiation. Plant Disease 70: 1149-1151.

38.Volpin, H. and Elad, Y. 1991. Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to *Botrytis* blight. Phytopathology 81, 1390-1394.

39.Tsang, M. M. C., Hara, A. H. and Sipes, B. 2003. Hot-water treatments of potted palms to control the burrowing nematode, ***Radopholus similes***. Crop Protection 22 : 589-593.

40.Wang, S., Tang, J. and Cavalieri, R. P. 2001. Modeling fruit internal heating rates for hot air and hot water treatments. Postharvest Biology and Technology 22:257-270.

Abstract

Yang, H. R., Ann, P. J., Chuang, T. Y., Leu, L. S.,Yang, H. C., Lin, Y. T. and Kao, C. W. 2003. The integrated management of mango anthracnose and evaluation of hot water treatment after harvesting. p.61-82. *in*: Proceedings of the Integrated Management of Crops Pests in Taiwan.

Latent infection is the significant feature of mango anthracnose , there is no visible symptom on the mango fruits surface when infection is happened after small fruits stage. It's difficult to recognize which fruit was healthy when the mango fruits were harvested till the fruits were ripen. The integrated management methods for mango anthracnose, including resistant variety, bagging, mulching, spraying of calcium, boron, antagonists and chemicals, have developed to decrease the anthracnose disease incidence less than 20 % in Taiwan . Hot water treatment was developed to offset the loss during the field managements. The fruits of Tainung No. 1 variety were dipped into the 53 °C hot water for 5 minutes can increase the 53-85% of fruits with less than 3 lesions more than check fruits. Hot water treatment can decrease or retard the anthracnose lesions. A new auto machine has developed for hot water treatment can control the water temperature precisely and quickly with the capacity of 3-4 tons per hour by the treatment of 60 °C for 20 seconds. It's helpful for the treatment of exported mango fruits of Taiwan.

(Key words: mango anthracnose, integrated management, hot water treatment)